FRIEDLICHE NUTZUNG DER KERNENERGIE

1. Atome und Isotope

Atome sind die kleinsten Bausteine der chemischen Elemente; bestehen aus Atomkern und Elektronenhülle; im Atomkern Protonen (positiv geladen, Anzahl bestimmend für chem. Verhalten des Elements) und Neutronen (elektrisch neutral, Anzahl kann für ein chem. Element verschieden sein, bestimmend für die physikalischen Eigenschaften).
Isotope sind Atome des gleichen chem. Elements mit unterschiedlicher Neutronenzahl (Beispiel Uran: 92 Protonen, 143 Neutronen oder 146 N., Massenzahl = Anz. der Protonen + Anz. d. Neutronen - Angabe zur Kennzeichnung des Isotops: Uran-235 bzw. Uran-238).

2. Kernspaltung (ein Beispiel)

Neutron + Uran ——> Uran ——> Cäsium + Rubidium + 2 Neutronen Energie
(Zwischenkern)

n + U-235 ——> U-236 ——> Cs-14o + Rb-94 + 2n + Energie

Bei der Spaltung schwerer Atomkerne wird ein Teil der in den Kernen gebundenen "Kernenergie" frei (Wärme, Strahlung). Die entstehenden Spaltprodukte sind radioaktiv, d.h. wandeln sich unter Abgabe von Strahlung in andere Atomkerne um (insgesamt im Reaktor mehrere Hundert Spaltprodukte).

3. Halbwertzeit

Die H. gibt an, nach welcher Zeitdauer von einer bestimmten Menge radioaktiver Atome die Hälfte zerfallen ist. Beispiele:

Isotop:	Strontium-9o	Jod-131	Cäsium-137	Krypton-85	Plutonium-239
HWZ:	29 Jahre	8 Tage	3o Jahre	11 Jahre	24 ooo Jahre

4. Arten radioaktiver Strahlung

Art	Kennzeichnung	Reichweite im Gewebe		rel. biol. Wirkung (Gefährdung)
Alpha-S.	Atomkerne des Elements Helium (2 Prot., 2 Neutr. elektr. 2fach pos. geladen)	bis o,1 Millimeter	1/100 mm	2o
Beta-S.	Elektronen (kl. Teilchen, einfach neg. geladen)	einige Millimeter	1 cm	1
Gamma-S.	ähnlich Röntgenstrahlen, praktisch masselos	einige Zentimeter	1 m (99,9 %)	1
Neutronen	ungeladene Teilchen	einige Zentimeter		1o

5. Messung radioaktiver Belastung

gemessene Größe	Angabe	Maßeinheit
Radioaktivität	Anzahl der radioakt. Zerfälle pro Masse, pro Fläche usw.	1 Becquerel (Bq) = 1 Zerfall pro Sekunde
Energiedosis	Angabe der Energiemenge, die ein bestrahlter Körper aufnimmt	1 Gray (Gy) = 1 Joule pro Kilogramm
Äquivalentdosis	Berechnung der biol. Gefährdung aus der Energiedosis (Ed. x rel. biol. Wirkung)	1 Sievert (Sv) = 1 Gy x RBW (1 Sv = 1oo rem -alte Maßeinheit-)

6. Wichtige Reaktortypen

a) Druckwasserreaktor

Im Reaktordruckgefäß findet die Kernspaltung unter Wärmeentwicklung statt. Wasser durchströmt unter Druck den Reaktorkern (kein Verdampfen). Es dient gleichzeitig als Moderator, um die energiereichen "schnellen" Neutronen aus dem Kernzerfall abzubremsen) und als Kühlmittel zum Abführen der Wärme. Diese wird durch einen Wärmetauscher auf das Wasser eines zweiten Kreislaufs übertragen.

Der dort entstehende Dampf treibt Turbinen und Generatoren zur Stromerzeugung an. Erst das Kühlwasser eines dritten Kreislaufes geht in die Umwelt (Fluß, See, Kühlturm).

b) Schneller Brutreaktor

Der SBR ist unverzichtbar für die Rohstoffsicherung des Kernenergiezeitalters. Die beim Kernzerfall entstehenden "schnellen" Neutronen werden nicht gebremst. So dringen sie in die Atomkerne des normalerweise nicht spaltbaren Uran-238 ein (werden "eingefangen"). In mehreren Kernumwandlungen entsteht daraus Plutonium-239, das spaltbares Material für herkömmliche Reaktoren darstellt - das Spaltmaterial Plutonium wird "erbrütet". Als Wärmeüberträger dient in den ersten beiden Kreisläufen flüssiges Natriummetall.

7 ~~8~~. Technische Daten zu sowjetischen Druckwasserreaktoren in der DDR

		WWER-440 (Lubmin)	WWER-1000 (Stendal)
Leistung	- elektrisch	440 MW	1 000 MW
	- Wärme	1375 MW	3 000 MW
Wirkungsgrad		29,7 %	31,5 %
Arbeitsdruck		125 atm	160 atm
Kühlwassertemperatur		267 °C	288 °C
Reaktor-Druckgefäß	Höhe	11,2 m	10,8 m
	Durchmesser	3,6 m	4,2 m
Brennstoff	Urandioxid		
	Uranmenge	42 t	66 t
	Brennstäbe	43 974	47 867
spaltbares U-235		2,8 %	
äußere Sicherheitsbarriere		Naßkondensationsgeb.	Volldruckcontainment

- 26 Länder - 400 Reaktoren = 4000 Jahre Betriebszeit
- 1966 Rheinsberg – erstes KKW in DDR
- an Kernfusion forschen SU, USA, Japan
- Haushalte 1980 11,7 % Anteil der Haushalte am
  1986 13,0 % Gesamtenergieverbrauch
- KKW-Normalbetrieb: 1. Kreislauf hohe Radioaktivität, verschleppt sich bis in 3. Kreislauf in geringerer Konzentration
- Wärmeenergie = fast 3/4 des Energieverbrauchs
- stochastische Schäden – Häufigkeit des Strahlenempfanges erhöht stets Quantum im Körper, Empfang ist unauslöschlich
- Anreicherung Wasser – 1
  Strand – 8
  Pflanze – 200
- Jod 131 – BRD ein Gramm angekommen – Schilddrüse (Milch) Knochenmark, Blut
  Plutonium – 300 g " – Knochen, Lunge, Leber
- von Bergbau bis Endlagerung mit einkalkuliertem Unfall Freisetzung von Radioaktivität bei KKW 200 mal größer als bei Kohlekraftwerk gleicher Leistung
- Energieträger 34 % Umwandlungsverlust
  2,2 % Transport- u. Lagerverlust
  23 % Nutzenergie

- Literatur:

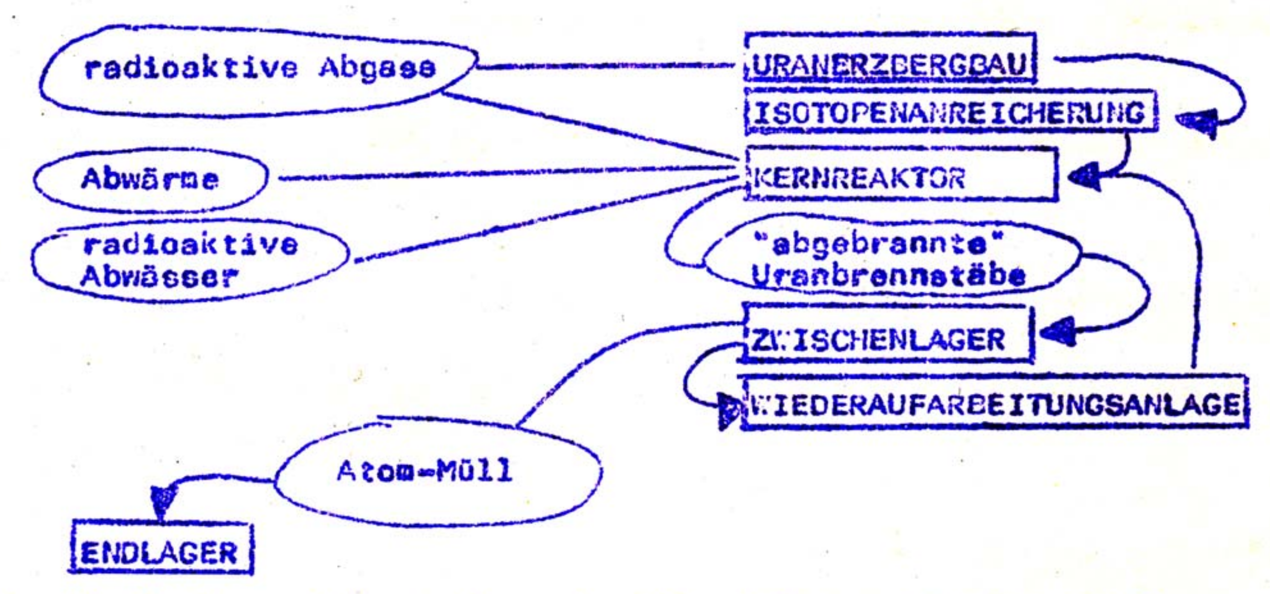
BI-Taschenlexikon „Radioaktivität"
Enzyklopädie >Struktur d. Materie<
Lindner >Atom- u. Kernphysik<
Spickermann >Kernenergie<

8
9. Schäden durch radioaktive Strahlung

- nichtstochastische Schäden (an der bestrahlten Person selbst; hohe Strahlungsdosen; Schwellwert; akute Strahlenkrankheit)
- stochastäsche Schäden (mit statistischer Wahrscheinlichkeit auftretende Spätschäden; niedrige Strahlungsdosen; kein Schwellwert; z.B. Krebserkrankungen, Erbschäden in den Folgegenerationen)

9
10. Gesamtkomplex bei der Anwendung der Kernenergie

- bei ökonomischen, ökologischen und sozialen Betrachtungen die Verträglichkeit aller Teilschritte beachten)



- die Pfeile kennzeichnen die notwendigen Transporte von radioaktivem Material

10. Was gegen Kernenergie spricht

(unter ökonomischen und technischen Gesichtspunkten ist die Nutzung der Kernenergie möglich)

- Umwelt wird radioaktiv belastet - das Unfallrisiko der Kerntechnik ist schwer kalkulierbar- wichtige Fragen zum Gesamtkomplex sind bisher ungelöst (Schneller Brutreaktor, Wiederaufarbeitung, sichere Abfallendlagerung) - Verbreitung ziviler Kerntechnik birgt Gefahr der Weiterverbreitung von Atomwaffen - Kernenergie erfordert weltweit friedliche und gesellschaftlich stabile Zustände - Lasten (z.B. Abfallprobleme) werden auf kommende Generationen verlagert - auch die Kernenergiezukunft ist sehr teuer - geeignete Standorte für Kernkraftwerke sind rar (Kühlwasser, dichte Besiedlung)

F r a g e n   r u n d   u m   d i e   E N E R G I E

1. Um welchen Betrag ist der Verbrauch an Elektroenergie in der DDR von 1960 bis 1984 gewachsen?

   A) + 107 Prozent B) + 54 Prozent C) + 152 Prozent

2. Wie lange ist radioaktives Jod-131 gefährlich (Halbwertszeit 8 Tage)?

   A) drei Wochen B) ein halbes Jahr C) 2 Monate

3. Wie lange reichen die Uranvorräte auf der Erde bei zunehmender Energieversorgung durch die heute üblichen Kernspaltungsreaktoren?

   U235

   A) unbegrenzt B) einige Jahrhunderte C) einige Jahrzehnte

4. IM Reaktor von Tschernobyl kam es unter anderem zu einem Graphitbrand. Dient das Graphit in diesem Reaktortyp als

   A) "Neutronenbremse"(Moderator)
   B) biol. Abschirmung gegen radioaktive Strahlung
   C) als Hilfs-Brennstoff bei Ausfall des Kernreaktors ?

5. Wir kochen Kartoffeln auf dem Elektroherd. Der Strom wird im Kraftwerk (durch Kohleverbrennung oder aus Kernspaltung) erzeugt. Wieviel von der Energiemenge, die ursprünglich im Brennstoff (Kohle, Uran) enthalten war, wird letztlich wirklich zum Garen der Kartoffeln genutzt?

   A) 15 Prozent B) 38 Prozent C) 3 Prozent

6. Welchen Anteil am Gesamtenergiebedarf eines Einfamilienhauses kann man durch Anwendung "alternativer Energie" (Sonne, Wind, Bodenwärme, Wärmepumpe...) decken?

   A) ein Drittel B) die Hälfte C) drei Viertel

7. In welchem Umfang soll die Kraftwerksleistung der Kernkraftwerke in den RGW-Ländern bis zum Jahre 2000 gesteigert werden (1986 = 35 GW / 1 Gigawatt = 1 Million Kilowatt)?

   A) 200 GW B) 84 GW C) 125 GW

8. Welche Art der Energieerzeugung ist am gefährlichsten?

   A) Kohleverbrennung B) Sonnenenergie C) Kernenergie

9. Welcher Anteil an der Gebrauchsenergie (nutzbare Energieformen wie Kraftstoffe, Warmwasser, elektr. Strom) wurde 1980 in der DDR durch Kernenergie bereitgestellt?

   A) ein Siebentel B) ein Drittel C) ein Fünfzigstel

10. Wenn wir in der DDR den erwarteten Energieverbrauch Mitte des nächsten Jahrhunderts vollständig allein durch Kernenergie decken wollen (Elektroenergie und Wärme) - wie viele Kernkraftwerke mit je 1000 MW elektrischer Leistung müßten wir bis dahin bauen und in Betrieb nehmen (1 Megawatt = 1000 Kilowatt)?

    A) 79 B) 12 C) 28